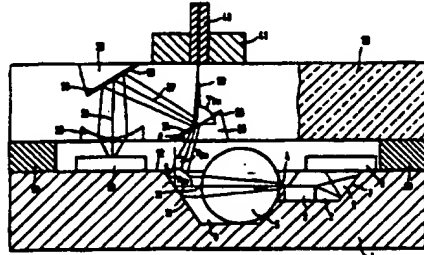




PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G02B 6/42</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/29622</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. September 1996 (26.09.96)</p>		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/00409</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 7. März 1996 (07.03.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 195 10 559.1 23. März 1995 (23.03.95) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUER, Heiner [DE/DE]; Fruehlingshalde 1, D-70734 Fellbach (DE). KÜKE, Albrecht [DE/DE]; Nelkenweg 2, D-71549 Auenwald (DE). SCHWADERER, Bernhard [DE/DE]; Kelterweinberge 64, D-71554 Weissach im Tal (DE).</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/00409</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 7. März 1996 (07.03.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 195 10 559.1 23. März 1995 (23.03.95) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUER, Heiner [DE/DE]; Fruehlingshalde 1, D-70734 Fellbach (DE). KÜKE, Albrecht [DE/DE]; Nelkenweg 2, D-71549 Auenwald (DE). SCHWADERER, Bernhard [DE/DE]; Kelterweinberge 64, D-71554 Weissach im Tal (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/00409</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 7. März 1996 (07.03.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 195 10 559.1 23. März 1995 (23.03.95) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUER, Heiner [DE/DE]; Fruehlingshalde 1, D-70734 Fellbach (DE). KÜKE, Albrecht [DE/DE]; Nelkenweg 2, D-71549 Auenwald (DE). SCHWADERER, Bernhard [DE/DE]; Kelterweinberge 64, D-71554 Weissach im Tal (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>			
<p>(54) Title: OPTICAL TRANSCIVER</p> <p>(54) Bezeichnung: OPTISCHE SENDE- UND EMPFANGSANORDNUNG</p> <p>(57) Abstract</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 65%;"> <p>Optical transceivers are used to transmit and receive the light signals used in fibre-optic communications. The received and transmitted signals can be either of the same wavelength or of different wavelengths. A transceiver of this kind includes the following components: an optical fibre, a transmitter, a receiver and coupling optics between the transmitter and the receiver. The prior art already includes transceivers in which the individual components are mounted on mountings with reflecting surfaces and with V-shaped grooves and recesses, produced by anisotropic etching, in which the components are fitted. The design of such transceivers can be considerably simplified by mounting the optically active components on one side of a single mounting. Proposed is a transceiver with a transmitter (3), a receiver (33) and a monitor diode (8) which are mounted on one side of a first mounting (1). An optical fibre (40) is disposed at right angles to this side of the mounting (1). Disposed between the optical fibre (40) and the first mounting (1) as another mounting (20) which is transparent to light of the wavelength being transmitted and has at least two reflection surfaces (24, 29) on opposite sides of the mounting (20). The reflection surfaces are disposed in such a way that light from the optical fibre is reflected at both surfaces before it reaches the receiver. The first mounting (1) also has a reflection surface (11) at which light from the transmitter (3) is reflected, this light then being incident on the second mounting through which it passes and is fed into the optical fibre (40).</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> </div> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Zum Senden und Empfangen von Lichtsignalen der optischen Nachrichtentechnik werden optische Sende- und Empfangsanordnungen eingesetzt. Dabei können die Sende- und Empfangssignale entweder die gleiche Wellenlänge oder verschiedene Wellenlängen haben. Eine solche Anordnung weist folgende Komponenten auf: einen Lichtwellenleiter, einen Sender, einen Empfänger und eine Koppeloptik zwischen Sender und Empfänger. Es ist bekannt, die einzelnen Komponenten auf Träger zu fixieren, die Reflexionsflächen aufweisen und die durch anisotropes Ätzen hergestellte V-Nuten und Vertiefungen aufweisen, in denen die einzelnen Komponenten befestigt sind. Eine erhebliche Erleichterung des Aufbaus solcher Anordnungen wird erreicht, wenn die optisch aktiven Komponenten auf einer Seite eines einzigen Trägers montiert werden. Es wird eine Anordnung mit einem Sender (3), einem Empfänger (33) und einer Monitordiode (8) vorgeschlagen, die auf einer Seite eines ersten Trägers (1) montiert sind. Ein Lichtwellenleiter (40) ist zu dieser Seite des Trägers (1) senkrecht angeordnet. Zwischen dem Lichtwellenleiter (40) und dem ersten Träger (1) ist ein weiterer Träger (20) angeordnet, der für Licht der Übertragungswellenlänge durchlässig ist und mindestens zwei Reflexionsflächen (24, 29) an gegenüberliegenden Seiten des Trägers (20) aufweist. Die Reflexionsflächen sind derart angeordnet, daß Licht aus dem Lichtwellenleiter an den beiden Reflexionsflächen reflektiert wird, bevor es auf den Empfänger trifft. Auch der erste Träger (1) weist eine Reflexionsfläche (11) auf, an der Licht vom Sender (3) reflektiert wird, das dann auf den zweiten Träger trifft, diesen durchläuft und in den Lichtwellenleiter (40) eingekoppelt wird.</p>				

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LX	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Optische Sende- und Empfangsanordnung

Stand der Technik

5

- Die Erfindung betrifft eine optische Sende- und Empfangsanordnung mit folgenden Komponenten:
einem Lichtwellenleiter, einem Sender, einem Empfänger und einer Koppeloptik zwischen Sender und Lichtwellenleiter,
10 wobei die einzelnen Komponenten auf Trägern fixiert sind, die Reflexionsflächen aufweisen und die durch anisotropes Ätzen hergestellte V-Nuten und Vertiefungen aufweisen, in denen die einzelnen Komponenten fixiert sind.
- 15 Optische Sende- und Empfangsanordnungen sind zum Senden und Empfangen von Lichtsignalen der optischen Nachrichtentechnik geeignet. Dabei können die Sende- und Empfangssignale entweder die gleiche Wellenlänge oder verschiedene Wellenlängen haben. Zur Richtungstrennung der Strahlen dient
20 im ersten Fall eine für beide Signale teildurchlässige Spiegelschicht und im zweiten Fall eine Filterschicht, die eine Wellenlänge durchläßt und die andere reflektiert.
- 25 Nach dem Stand der Technik gibt es eine Reihe von Vorschlägen für solche optische Sende- und Empfangsanordnungen mit Trennung der Sende- und Empfangsrichtung über Filterschichten oder teildurchlässige Spiegel. Wegen der richtungsmäßigen Trennung der drei Lichtpfade zum Übertragungslichtwellenleiter, zum Sender und
30 zum Empfänger sind bei den bekannten Vorschlägen für die Montage der elektrooptischen Komponenten, der Halterung für den Übertragungslichtwellenleiter und der zur Strahlformung und Stahlführung benötigten optischen Komponenten unterschiedliche Träger erforderlich, die mit hoher
35 Präzision zueinander ausgerichtet werden müssen.

Aus der US 5,392,368 A ist es bekannt, bei einem optoelektronischen Element einen faserförmigen Lichtwellenleiter senkrecht zur Oberfläche eines Trägers zu führen, wobei reflektierende Flächen zur Anwendung gelangen.

Aus der gattungsbildenden DE 39 14 835 C1 ist eine Anordnung zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters an ein optisches Sende- oder Empfangselement bekannt, bei dem eine Justierung in der zur optischen Achse lateralen Ebene dadurch erreicht wird, daß Lichtwellenleiter und optisches Sende- oder Empfangselement auf verschiedenen Trägern fixiert sind, die mit ihren Trägeroberflächen verschiebbar aufeinander liegen. Bei der Anwendung einer solchen Anordnung als optisches Sende- und Empfangselement sind Sender und Empfänger ebenfalls auf verschiedenen Trägern angeordnet. Dies führt dazu, daß in zwei unterschiedlichen Trägern V-Nuten mit hoher Präzision hergestellt werden müssen und die elektrooptischen Komponenten mit hoher Präzision befestigt werden müssen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine optische Sende- und Empfangsanordnung anzugeben, durch die der Aufbau einer solchen Anordnung erleichtert ist. Eine Anordnung, die die angegebene Aufgabe löst, ist im Patentanspruch 1 angegeben. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüche zu entnehmen.

Eine Erleichterung des Aufbaus läßt sich durch die planare Montage der optoelektronischen Bausteine und durch eine möglichst weitgehende Zusammenfassung der optischen Komponenten zur Strahlführung und -formung auf einem gemeinsamen Träger erreichen. Es ist besonders kostensparend und daher von Vorteil, wenn auch die Monitordiode auf dem gemeinsamen Träger montiert wird. Ein Ausführungsbeispiel

der Erfindung wird anhand der Figuren beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt durch einen optischen Transceiver,
Figur 2 die Anordnung eines optischen Transceivers in einem
Koaxialgehäuse,

Figur 3 einen zweiten Träger mit einer hohlspiegelartig
ausgeformten Reflexionsfläche und

Figur 4 einen Ausschnitt aus einem ersten Träger mit einer
hohlspiegelartig ausgeformten Reflexionsfläche.

In Figur 1 ist ein Siliziumträger 1 dargestellt, der eine Vertiefung 2 mit flachem Boden aufweist, die durch anisotropes Ätzen hergestellt ist. Auf dem Boden dieser Vertiefung ist ein Sender, eine Laserdiode 3, montiert. Das aus dem vorderen Spiegel der Laserdiode austretende divergente Lichtbündel 4 wird von einer Linse 5, die sich ebenfalls in einer Vertiefung 9 im Siliziumträger 1 befindet, in ein konvergentes Bündel 10 umgewandelt. Das aus dem hinteren Spiegel der Laserdiode austretende Lichtbündel 6 trifft nach Reflexion an der hinteren geneigten Seitenwand 7 der Vertiefung 2 auf eine über der Vertiefung 2 montierte Monitordiode 8, die zur Regelung der Laserleistung dient. Die Linse 5 kann vorteilhafterweise eine Kugellinse sein, die mit einer sehr hohen Präzision bezüglich ihrer Durchmesser- und Formtoleranz und bei Verwendung eines standardisierten optischen Glases mit einer genau spezifizierten Brechzahl zu sehr geringen Kosten hergestellt werden kann. Die Linse 5 ist in der Vertiefung 9 gehalten und fixiert. Das aus der Linse austretende leicht konvergente Bündel 10 trifft auf die Stirnseite 11 der Vertiefung 9 und wird schräg nach oben reflektiert. Wenn die Vertiefung 9 durch einen anisotropen Ätzprozeß in einem (100)-orientierten Siliziumträger hergestellt worden ist, so hat die Stirnfläche 11 gegenüber der Trägeroberfläche 12 einen Neigungswinkel von $\alpha = \arctan(\sqrt{2}) = 54,7^\circ$.

Der Mittelstrahl des Bündels 10, der unter einem Richtungswinkel von $\gamma_{1m} = 90^\circ$ gegen die Normalenrichtung der Trägeroberfläche auf die Seitenfläche 11 auftritt, wird dann
5 unter einem Richtungswinkel von
 $\gamma_{2m} = 2 \cdot \alpha - 90^\circ = 19,5^\circ$
gegenüber der Trägernormalen reflektiert.

Eine vorteilhafte Montageart besteht darin, daß der Träger
10 für die optoelektronischen Bauelemente auf dem Sockel eines
koaxialsymmetrischen Gehäuses, z.B. eines TO-Gehäuses,
montiert wird und die Faser senkrecht zum Sockel vor dem
Fenster auf der Stirnseite des Gehäuses in einem Flansch
geführt und justiert wird. Bei dieser Montageart muß der
15 nach oben reflektierte Laserstrahl in Richtung der
Flächennormalen des Gehäusesockels bzw. des Siliziumträgers
verlaufen, um in die senkrecht zum Gehäusesockel geführte
Faser eingekoppelt werden zu können. Zur Vermeidung von
Rückreflexionen von der Faserstirnfläche über die
20 Koppeloptik zurück in den Laser werden nach dem Stand der
Technik schräg geschnittene Fasern eingesetzt. Üblich ist
ein Faserschnittwinkel von 8° . Bei einem Brechungsindex des
Faserkerns von $n_f = 1,46$ muß die Faser dann unter einem
Winkel von $3,6^\circ$ gegenüber dem Mittelstrahl des einfallenden
25 Lichtbündels geneigt sein. Um den an der Reflexionsfläche 11
reflektierten Laserstrahl von einer Richtung $\gamma_{2m} = 19,5^\circ$ in
die für die Fasereinkopplung erforderliche Richtung von 0°
bei senkrecht geschnittener Faser bzw. von $+3,6^\circ$ oder $-3,6^\circ$
bei schräggeschnittener Faser umzulenken, wird
30 erfindungsgemäß ein zweiter Körper 20 über dem Träger 1
angebracht. Der Körper 20 besteht aus einem für die
Sende- und Empfangslichtwellenlängen transparenten Material
und hat eine Unterseite 21 und eine Oberseite 22, die beide
parallel zur Oberseite 12 des Trägers 1 liegen. Die
35 Unterseite 21 des Körpers 20 liegt dabei so weit über der

Oberseite 12 des Trägers 1, daß die auf dem Träger 1 montierten optischen und optoelektronischen Komponenten genügend Platz haben. Der erforderliche Abstand kann z.B. dabei durch Abstandshalter 50 eingestellt werden. Statt dessen ist es auch möglich, die Flächen 12 und 21 direkt aufeinander aufliegen zu lassen und an den Stellen, an denen auf dem Träger 1 montierte Komponenten über dessen Oberfläche ragen, im Körper 20 Ausnehmungen vorzusehen oder die Komponenten in Vertiefungen des Trägers 1 versenkt zu montieren.

Die Umlenkung des Strahlbündels von der Richtung $\gamma_{2m} = 19,5^\circ$ in die für die Einkopplung in eine senkrecht geführte Faser erforderliche Richtung von $\gamma_{3m} = 0^\circ, -3,6^\circ$ bzw. $+3,6^\circ$ erfolgt durch Lichtbrechung an der schräg liegenden Grundfläche 24 einer keilförmigen Vertiefung 25 in der Unterseite des transparenten Körpers 20. Der hierbei erforderliche Keilwinkel δ der brechenden Fläche 24 errechnet sich aus dem Eingangswinkel γ_{2m} , dem Ausgangswinkel γ_{3m} und dem Brechungsindex n des Körpers 20 aus der transzendenten Gleichung

$$\sin(\gamma_{2m} + \delta) - n \cdot \sin(\arcsin(1/n \cdot (\sin(\gamma_{3m})) + \delta)) = 0.$$

Durch Iteration erhält man mit $n = 1,5$ und $\gamma_{2m} = 19,5^\circ$ für

$\gamma_{3m} = -3,6^\circ$	$\delta = 35,5^\circ$
$\gamma_{3m} = 0^\circ$	$\delta = 30,9^\circ$
$\gamma_{3m} = +3,6^\circ$	$\delta = 26,0^\circ$

Auf der Oberseite 22 des Körpers 20 trifft der Strahl auf die Faser 40, die in einem Flansch 41 geführt und mit diesem Flansch lateral justiert und fixiert werden kann. Ebenso ist es möglich, daß zwischen der Oberfläche 22 des Körpers 20 und der Faser mit dem Faserflansch noch ein Fenster 60

angebracht wird, welches ein Koaxialgehäuse 61 zur Aufnahme des Trägers 1 und des transparenten Körpers 20 hermetisch dicht abschließt (siehe Figur 2). In diesem Fall muß die Bildweite der Abbildung durch die Linse 5 entsprechend verlängert werden.

Der Strahl 23 des Empfangslichtbündels tritt aus der Faser mit einem Öffnungswinkel θ aus, der sich bei der Einmodenfaser aus der Gleichung

$$\tan\theta = \lambda / (n \cdot \pi W_0)$$

errechnet, wobei n der Brechungsindex des Ausbreitungsmediums, hier der transparente Körper 20, und W_0 der Tailenradius des aus der Einmodenfaser austretenden Gaußstrahls ist. Für eine Standardeinmodenfaser ist $W_0 = 5\mu\text{m}$ mit $n = 1,5$ und $\lambda = 1,55\mu\text{m}$ errechnet sich ein Öffnungswinkel θ , bei dem die Lichtintensität auf den Faktor $1/e^2$ der Mittenintensität abgefallen ist, zu $3,8^\circ$. Das Empfangslichtbündel trifft auf die Grenzfläche 24 der Vertiefung 25. Zur Richtungstrennung des Sende- und Empfangsstrahls ist diese Grenzfläche mit einem Filter 26 beschichtet, das das Empfangslicht reflektiert und das Sendelicht durchläßt. Je nach Einsatzbedingungen kann dieses Filter bei verschiedenen Wellenlängen von Sende- und Empfangslicht wellenlängenselektiv oder bei der gleichen Wellenlänge teildurchlässig sein.

Nach Reflexion an der Grenzfläche 24 mit der Filterschicht 26 wird das Empfangslichtbündel in seinem Strahlverlauf 27 schräg nach oben im Innern des Körpers 20 abgelenkt. Auf der Oberseite 22 des Körpers 20 ist eine Vertiefung 28 eingelassen, deren Grundfläche 29 mit einer Reflexionsschicht 30 verspiegelt ist. Die Grundfläche 29 der Vertiefung 28 ist im wesentlichen parallel zur Grundfläche 24 der Vertiefung 25. Deshalb verläuft der an

der Fläche 29 reflektiert Empfangsstrahl im Verlauf 31 im wesentlichen parallel zum Strahlverlauf 23.

- 5 Da sich der Empfangsstrahl im Innern des Körpers 20 unter dem Winkel θ öffnet, nimmt sein Durchmesser immer mehr zu, so daß kleinflächige Empfangsdioden nur mit einem geringen Koppelwirkungsgrad angekoppelt werden können. Um dies zu verhindern und um auch sehr kleinflächige Photodioden, die für hohe Frequenzbereiche erforderlich sind, verlustarm
- 10 anzukoppeln, wird auf der Unterseite 21 des Körpers 20 im Bereich des Strahlaustritts eine Sammellinse 32 vorgesehen. Diese Sammellinse kann vorteilhafterweise durch Trockenätzen direkt aus dem Körper 20 hergestellt werden. Ebenso ist es möglich, die Linse 40 durch einen Prägeprozeß
- 15 vorteilhafterweise zusammen mit den ebenfalls geprägten Vertiefungen 25 und 28 herzustellen. Auch andere Linsenarten wie holographische Linsen, Fresnellinsen oder separate mikrooptische Linsen sind hier einsetzbar.
- 20 Die Bündelung des Empfangsstrahls kann statt durch die Linse 32 auch durch eine hohlspiegelartige Form der Reflexionsfläche 29 erreicht werden, wie in der Figur 3 gezeigt ist.
- 25 Nach Bündelung durch die Linse 32 oder durch die hohlspiegelartige Reflexionsfläche 29 trifft der Empfangsstrahl auf die aktive Fläche der Empfangs-Photodiode 33, die auf der Oberseite 12 des Trägers 1 montiert ist. Durch die Art der erfindungsgemäßen Strahlführung hängt der
- 30 Abstand des Lichtauftrittspunkts des Empfangsstrahls auf der Photodiode von der geätzten Reflexionsfläche 11 im Siliziumträger nicht von der lateralen Position des Trägers 20 ab. Dieser Abstand hängt nur von der Höhe des Lichtauftreffpunktes auf der Fläche 11 und damit von der
- 35 Höhe des Lasers ab. Die Position der Photodiode kann daher

durch Markierungen auf der Oberfläche 12 des Trägers 1 festgelegt werden. Wenn diese Markierungen im gleichen Ätzprozeß wie die Vertiefung 9 hergestellt werden, so läßt sich eine hochgenaue Positionierung der Photodiode relativ zur Vertiefung 9 erreichen.

Der transparente Körper 20 kann vorteilhafterweise aus einem prägbaren oder abformbaren Material bestehen. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn in dem Präge- oder Abformprozeß gekrümmte Flächen zur Strahlformung hergestellt werden sollen. Bei planen Reflexionsflächen 24 und 29 kann auch Silizium als Trägermaterial verwendet werden. Bei anisotropem Ätzen in (100)-orientiertem Silizium haben geätzte Vertiefungen einen Böschungswinkel von $\alpha = 54,7^\circ$. Da die hier benötigten Vertiefungen 25 und 28 aber einen Böschungswinkel haben müssen, der sich aus Gl. (3) für $\gamma_{2m} = 19,5^\circ$, $\gamma_{2m} = 0^\circ$ und dem Brechungsindex für Silizium von $n = 3,4777$ zu $\delta_{Si} = 7,5^\circ$ errechnet, wird für den transparenten Körper 20 erfindungsgemäß ein einkristalliner Siliziumwafer verwendet, dessen Oberflächen in einem Winkel von

$$\varepsilon = \alpha - \delta_{Si} = 54,7^\circ - 7,5^\circ = 47,2^\circ$$

gegen die (100)-Kristallebene aus der Siliziumbirne geschnitten ist, wobei eine $\langle 100 \rangle$ -Richtung die Spur zwischen der Waferoberfläche und der (100)-Kristallebene bildet. Bei einem solchen Wafer hat eine anisotrop geätzte (111)-Begrenzungsfläche einer Vertiefung den gewünschten Böschungswinkel von $7,5^\circ$. In Silizium ist wegen seines größeren Brechungsindex der aus Gl. (5) berechnete Strahlöffnungswinkel θ_{Si} nur $1,6^\circ$ gegenüber $3,8^\circ$ bei $n = 1,5$. Deshalb ist die Strahlaufweitung hier wesentlich geringer, so daß eventuell auf eine Bündelung des Empfangsstrahls verzichtet werden kann.

Wie oben aufgeführt, ist für die Strahlformung des Sendestrahls eine Kugellinse 5 vorgesehen. Eine solche Kugellinse hat zwar den Vorteil, daß sie mit sehr hoher Präzision hergestellt werden kann. Ihr Nachteil ist aber, daß sie eine große sphärische Aberration aufweist und dadurch den Koppelwirkungsgrad zwischen Laser und Faser beeinträchtigt. Die erfindungsgemäße Lösung bietet die Möglichkeit, die durch die sphärische Aberration bedingten Wellenfrontverzerrungen des Sendestrahls zu korrigieren. Hierzu wird auf der Strahlaustrittsstelle auf der Oberseite 22 des Trägers 20 eine Korrekturlinse angebracht, die im gleichen Präge- oder Abformprozeß erzeugt werden kann, bei welchem die Vertiefungen 25 und 28 und die Linse 32 hergestellt werden.

Die Strahlformung mit der Linse 5 und die Strahlumlenkung an der Reflexionsfläche 11 kann in einem weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel zusammengefaßt werden, indem das in Figur 4 gezeigte Reflexionselement 70 eingesetzt wird. Dieses Reflexionselement hat eine hohlspiegelartig geformte Spiegelfläche 71, deren Normale im Lichtauftrittspunkt des Mittelstrahls des Sendelichtbündels im Bereich 10 einen Winkel β zur Einstrahlrichtung aufweist. Hat dieser Winkel eine Größe von

$$\beta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 54,7^\circ = 35,3^\circ$$

so ist der weitere Strahlverlauf wie oben beschrieben. Es sind hier aber auch andere Werte für β möglich, so daß der Strahlverlauf auch variiert werden kann. Der Hohlspiegel 71 im Reflexionselement 70 kann so geformt werden, daß die üblicherweise vorhandene Elliptizität des Laserstrahls in eine zirkuläre Strahlsymmetrie umgewandelt werden kann, die der Fasersymmetrie angepaßt ist. Dies führt insbesondere bei Laser mit einer stark elliptischen Feldverteilung zu einer erheblichen Verbesserung des Koppelwirkungsgrades. Wie

5 Koppelrechnungen für gaußsche Strahlen zeigen, können insbesondere für Hochleistungslaser mit einem Achsenverhältnis der Strahlellipse von 3:1 auch bei optimal angepaßter Vergrößerung nur ein Koppelwirkungsgrad von maximal 70% erreichen. Bei einer Umformung in einen zirkularsymmetrischen Strahl ist dagegen eine 100%ige Strahlanpassung möglich.

10 Der Reflexionskörper 70 läßt sich ebenso wie der Körper 20 durch Abformen oder Prägen herstellen. Die Transparenz des Materials spielt hier keine Rolle.

Ansprüche

1. Optische Sende- und Empfangsanordnung mit folgenden Komponenten:

5 einem Lichtwellenleiter, einem Sender, einem Empfänger und
einer Koppeloptik zwischen Sender und Lichtwellenleiter,
wobei die einzelnen Komponenten auf Trägern fixiert sind,
die Reflexionsflächen aufweisen und die durch anisotropes
10 Ätzen hergestellte V-Nuten und Vertiefungen aufweisen, in
denen die einzelnen Komponenten fixiert sind, dadurch
gekennzeichnet, daß Sender (3), Empfänger (33) und eine
Monitordiode (8) auf einer Seite eines ersten Trägers (1)
montiert sind, daß der Lichtwellenleiter (40) zu dieser
15 Seite des Trägers (1) senkrecht angeordnet ist, daß zwischen
dem Lichtwellenleiter (40) und dem ersten Träger (1) ein
weiterer Träger (20) angeordnet ist, der für Licht der
Übertragungswellenlänge durchlässig ist, daß der erste
Träger (1) eine erste Reflexionsfläche (11) aufweist,
20 derart, daß Licht vom Sender (3) an dieser ersten
Reflexionsfläche (11) reflektiert wird, auf den zweiten
Träger (20) trifft, diesen durchläuft und in den
Lichtwellenleiter (40) eingekoppelt wird und daß der weitere
Träger (20) mindestens zwei Reflexionsflächen (24, 29) an
25 gegenüberliegenden Seiten des Trägers (20) aufweist, derart,
daß Licht aus dem Lichtwellenleiter (40) an den beiden
Reflexionsflächen (24, 29) reflektiert wird, bevor es auf
den Empfänger (33) trifft.

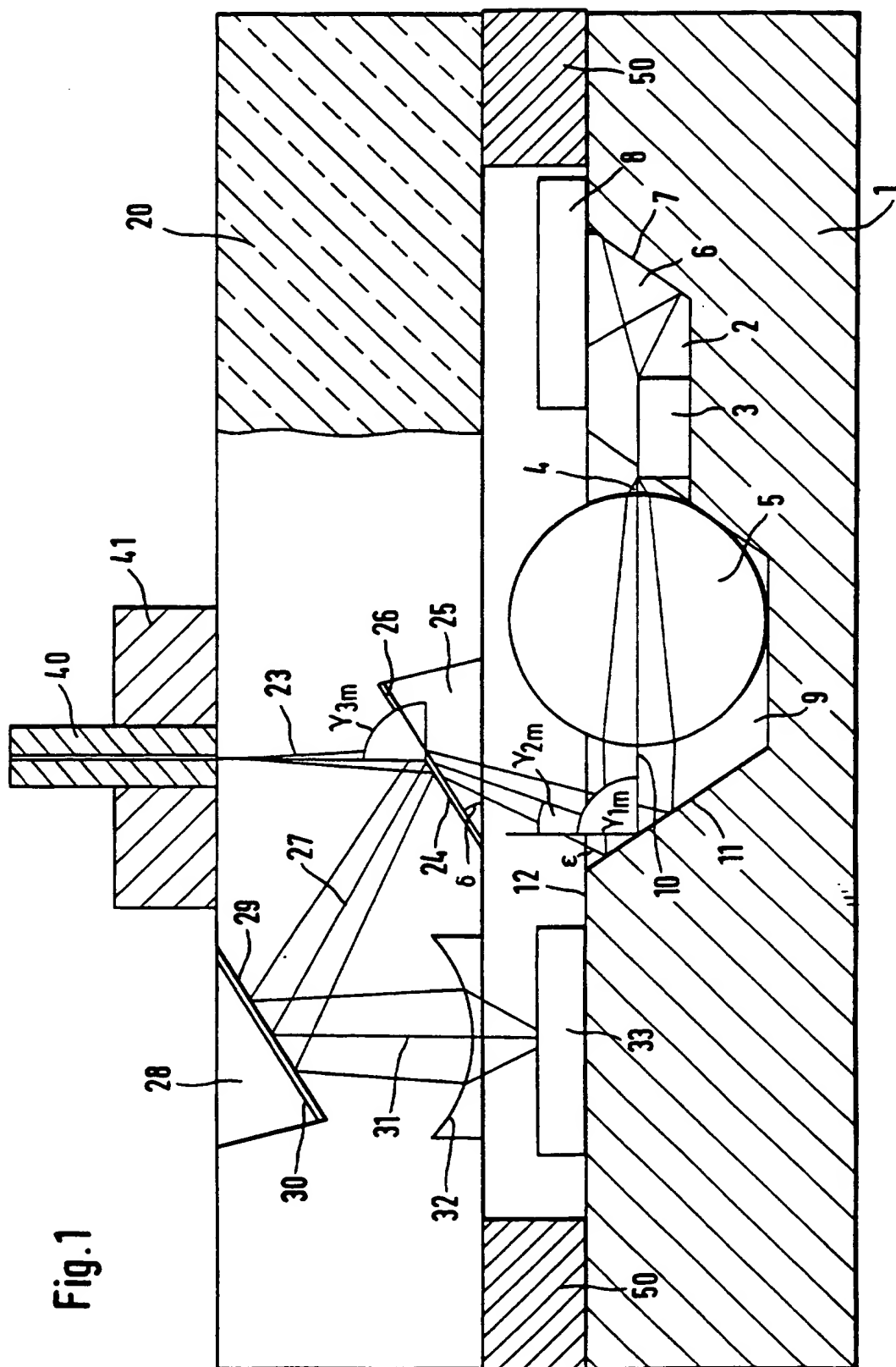
2. Optische Sende- und Empfangsanordnung nach Anspruch 1,
30 dadurch gekennzeichnet, daß der Sender (3) auf dem Boden
einer Vertiefung (2) im ersten Träger (1) montiert ist und
die Monitordiode (8) über der Vertiefung (2) angeordnet ist,
derart, daß das aus dem Laser (3) an einem Ende austretende
Licht an einer geneigten Seitenfläche (7) der Vertiefung (2)
35 reflektiert wird und auf die Monitordiode (8) trifft.

5 3. Optische Sende- und Empfangsanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Reflexionsflächen (24, 29) im weiteren Träger (20) mit wellenlängenselektiven Filtern (26, 30) beschichtet ist, die das Empfangslicht reflektiert und Sendelicht durchläßt.

10 4. Optische Sende- und Empfangsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Träger (20) auf der dem Empfänger (33) zugewandten Seite im Strahlengang vor dem Empfänger eine Sammellinse aufweist.

15 5. Optische Sende- und Empfangsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Sammellinse (32) aus dem Träger (20) durch einen Prägeprozeß oder Trockenätzen hergestellt ist.

1/3



2/3

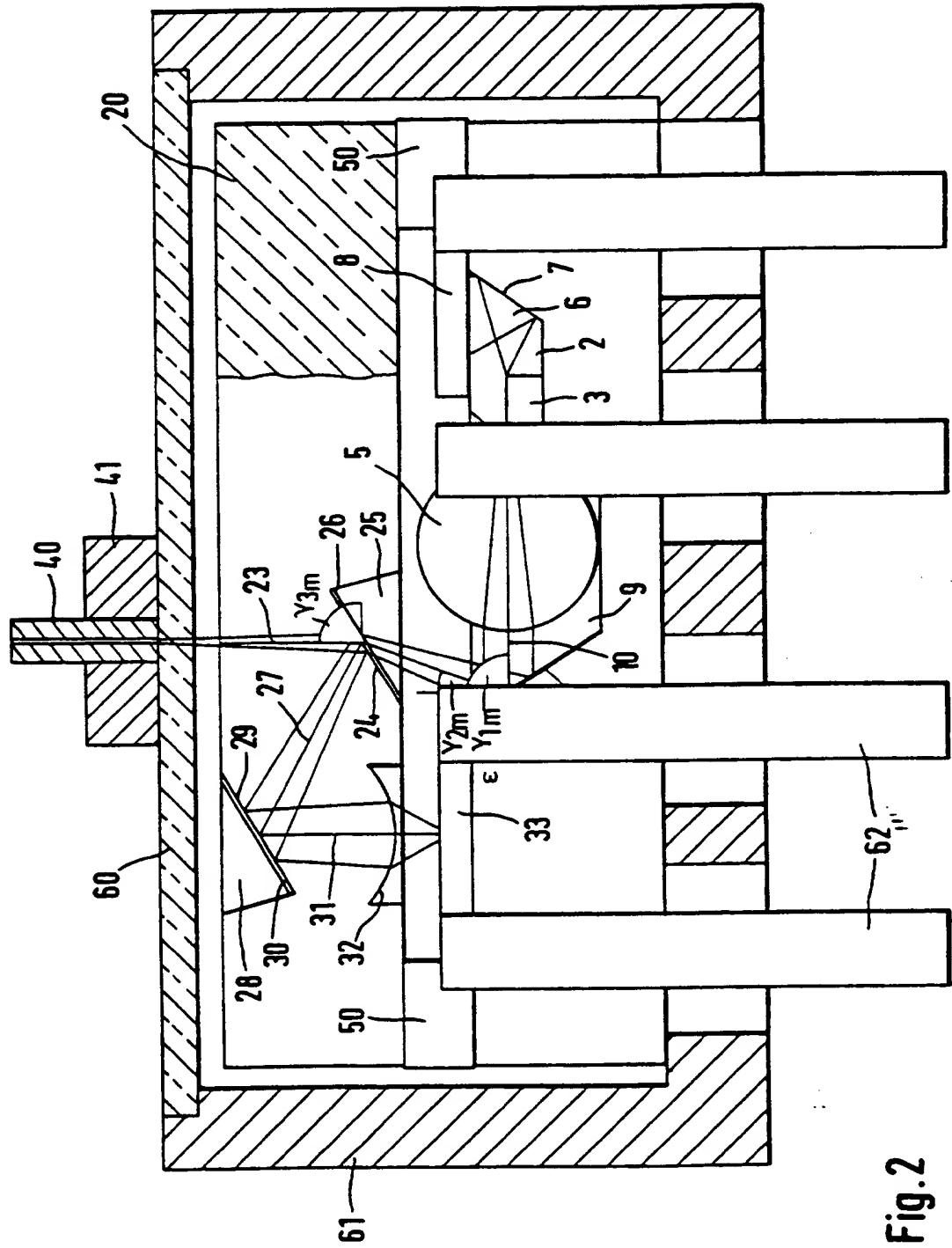


Fig. 2

3/3

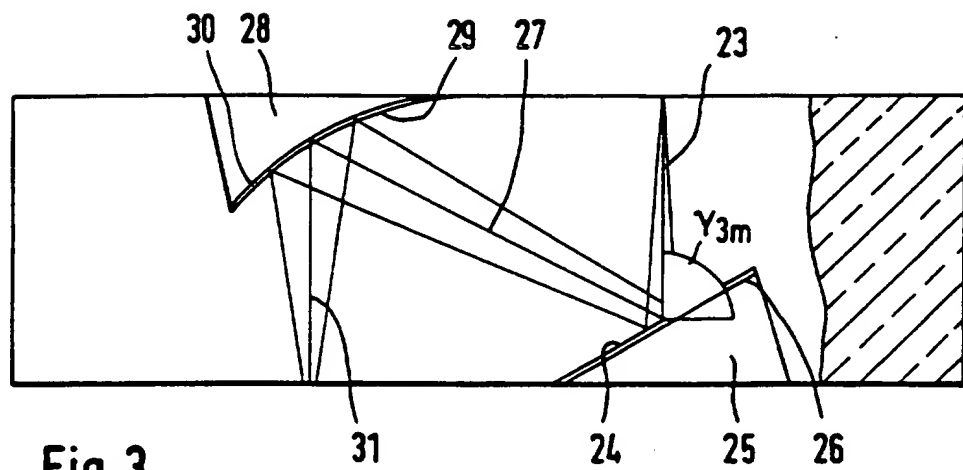


Fig. 3

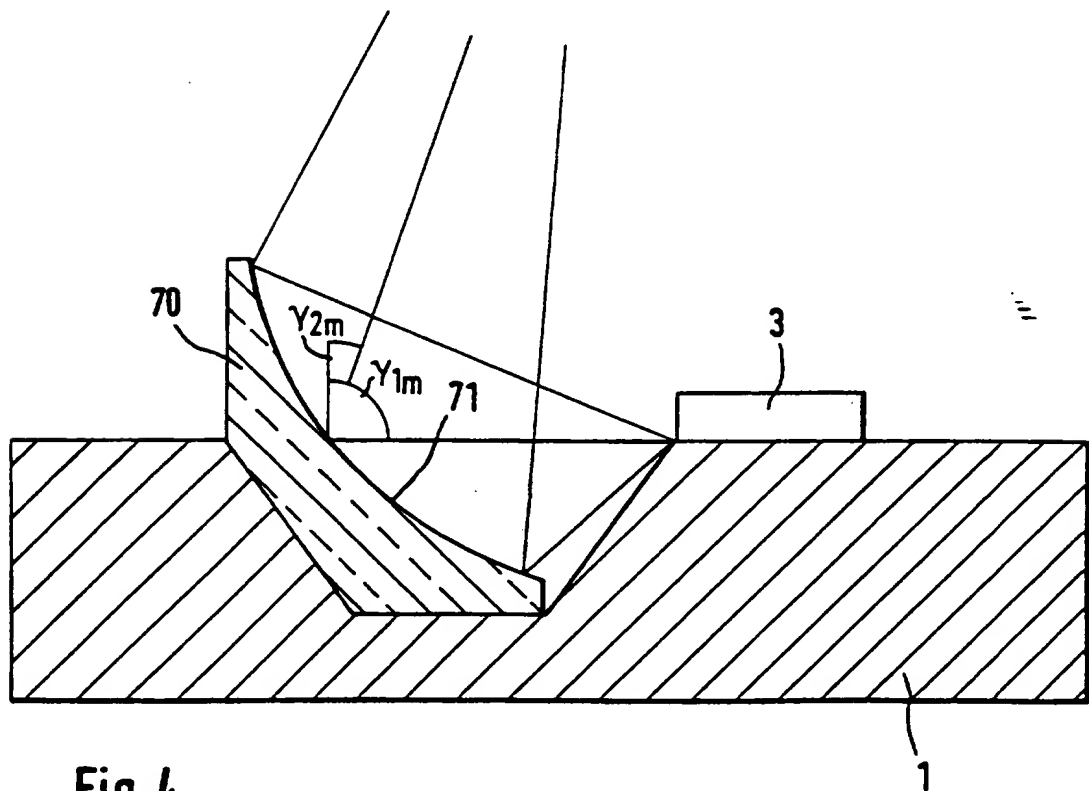


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No
PCT/DE 96/00409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G02B6/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,C,43 01 456 (ANT NACHRICHTENTECH) 23 June 1994 see the whole document ---	1,3
A	EP,A,0 366 974 (TELEFUNKEN SYSTEMTECHNIK) 9 May 1990 see the whole document ---	1,4,5
A	GB,A,2 162 335 (MAGNETIC CONTROLS CO) 29 January 1986 see the whole document ---	1,5
A	WO,A,85 03179 (HASE KLAUS RUEDIGER) 18 July 1985 see page 21, line 23 - line 36 see figures 7A,7B --- -/-	1,4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- * "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- * "E" earlier document but published on or after the international filing date
- * "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- * "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- * "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

* "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

* "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

* "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* "A" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 July 1996

Date of mailing of the international search report

17. 07. 96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Mathyssek, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int onal Application No

PCT/DE 96/00409

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,C,39 14 835 (ANT NACHRICHTENTECHNIK) 26 July 1990 cited in the application see the whole document ---	1,3
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 248 (P-313), 14 November 1984 & JP,A,59 121008 (TOUKIYOU KOGYO DAIGAKU), 12 July 1984, see abstract ---	1
A	EP,A,0 498 169 (SIEMENS AG) 12 August 1992 see the whole document -----	1,4,5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 96/00409

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-C-4301456	23-06-94	EP-A- 0607881	27-07-94
EP-A-0366974	09-05-90	DE-A- 3834335	12-04-90
		DE-D- 58906492	03-02-94
		US-A- 4966430	30-10-90
GB-A-2162335	29-01-86	NONE	
WO-A-8503179	18-07-85	DE-A- 3400480	05-09-85
		DE-A- 3563806	18-08-88
		EP-A- 0168444	22-01-86
		JP-T- 61500941	08-05-86
DE-C-3914835	26-07-90	EP-A- 0395854	07-11-90
EP-A-0498169	12-08-92	DE-D- 59204710	01-02-96
		EP-A- 0658784	21-06-95
		JP-A- 5088029	09-04-93
		US-A- 5195150	16-03-93

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 96/00409

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 G02B6/42		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 G02B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE,C,43 01 456 (ANT NACHRICHTENTECH) 23.Juni 1994 siehe das ganze Dokument ---	1,3
A	EP,A,0 366 974 (TELEFUNKEN SYSTEMTECHNIK) 9.Mai 1990 siehe das ganze Dokument ---	1,4,5
A	GB,A,2 162 335 (MAGNETIC CONTROLS CO) 29.Januar 1986 siehe das ganze Dokument ---	1,5
A	WO,A,85 03179 (HASE KLAUS RUEDIGER) 18.Juli 1985 siehe Seite 21, Zeile 23 - Zeile 36 siehe Abbildungen 7A,7B --- <div style="text-align: right;">-/-</div>	1,4
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>* A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>* E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>* L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>* O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>* P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>* T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>* X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>* Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>* &* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <div style="text-align: center;">8.Juli 1996</div>		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center;">17. 07. 96</div>
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter <div style="text-align: center;">Mathyssek, K</div>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 96/00409

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE,C,39 14 835 (ANT NACHRICHTENTECHNIK) 26.Juli 1990 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1,3
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 248 (P-313), 14.November 1984 & JP,A,59 121008 (TOUKIYOU KOGYO DAIGAKU), 12.Juli 1984, siehe Zusammenfassung ---	1
A	EP,A,0 498 169 (SIEMENS AG) 12.August 1992 siehe das ganze Dokument -----	1,4,5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 96/00409

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-C-4301456	23-06-94	EP-A- 0607881	27-07-94
EP-A-0366974	09-05-90	DE-A- 3834335	12-04-90
		DE-D- 58906492	03-02-94
		US-A- 4966430	30-10-90
GB-A-2162335	29-01-86	KEINE	
WO-A-8503179	18-07-85	DE-A- 3400480	05-09-85
		DE-A- 3563806	18-08-88
		EP-A- 0168444	22-01-86
		JP-T- 61500941	08-05-86
DE-C-3914835	26-07-90	EP-A- 0395854	07-11-90
EP-A-0498169	12-08-92	DE-D- 59204710	01-02-96
		EP-A- 0658784	21-06-95
		JP-A- 5088029	09-04-93
		US-A- 5195150	16-03-93

THIS PAGE BLANK (USPTO)